

ВАРІАНТ 1

Механіка

1. Початкова швидкість частинки $v_1 = 1i + 3j + 5k$ (м/с), кінцева – $v_2 = 2i + 4j + 6k$ (м/с). Визначити: а) приріст швидкості Δv ; б) модуль приросту швидкості $|\Delta v|$; в) приріст модуля швидкості Δv .
2. Рух двох матеріальних точок виражається рівняннями $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$, $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, де $A_1 = 20$ м; $A_2 = 2$ м, $B_1 = B_2 = 2$ м/с; $C_1 = 4$ м/с²; $C_2 = 0,5$ м/с². У який момент часу t швидкості цих точок будуть однаковими? Визначити швидкості v_1 і v_2 і прискорення a_1 і a_2 точок у цей момент
3. Колесо обертається з постійним кутовим прискоренням $\varepsilon = 3$ рад/с². Визначити радіус колеса, якщо через $t = 1$ с після початку руху повне прискорення точки на ободі колеса $a = 7,5$ м/с².
4. Два однакових візки масою M кожен рухаються за інерцією (без тертя) один за одним з однаковою швидкістю v_0 . В якийсь момент часу людина масою m , що знаходиться на задньому візку, стрибнула у передній зі швидкістю u відносно свого візка. Визначити швидкість v_1 переднього візка.
5. Тонкий однорідний стрижень довжиною $l = 50$ см і масою $m = 400$ г обертається з кутовим прискоренням $\varepsilon = 3$ рад/с² відносно осі, що проходить перпендикулярно стрижневі через його середину. Визначити обертаючий момент M .
6. Порожній тонкостінний циліндр котиться уздовж горизонтальної ділянки дороги зі швидкістю $v = 1,5$ м/с. Визначити шлях, який він пройде в гору за рахунок кінетичної енергії, якщо ухил гори дорівнює 5 м на кожні 100 м шляху.

Електрика і магнетизм

1. Чотири однакових заряди $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$ нКл закріплені у вершинах квадрата зі стороною $a = 10$ см. Визначити силу F , що діє на кожний з цих зарядів з боку трьох інших.
2. Між пластинами плоского конденсатора міститься точковий заряд $Q = 30$ нКл. Поле конденсатора діє на заряд із силою $F_1 = 10$ мН. Визначити силу F взаємного притягання пластин, якщо площа S кожної пластини дорівнює 100 см².
3. Протон, початкова швидкість v якого дорівнює 100 км/с, влетів в однорідне електричне поле ($E = 300$ В/см) уздовж ліній напруженості. Який шлях l має пролетіти протон у напрямку ліній поля, щоб його швидкість подвоїлася?
4. ЕРС акумулятора $E = 12$ В, сила струму короткого замикання $I = 5$ А. Яку найбільшу потужність P_{\max} можна отримати у зовнішньому колі?
5. По дротовій рамці, що має форму правильного шестикутника, проходить струм $I = 2$ А. При цьому в центрі рамки утворюється магнітне поле з індукцією $B = 42$ мкТл. Визначити довжину l дроту, з якого зроблена рамка.
6. Заряджена частинка рухається в магнітному полі по колу зі швидкістю $v = 10^6$ м/с. Індукція магнітного поля $B = 0,3$ Тл. Радіус кола $R = 4$ см. Визначити заряд q частинки, якщо відомо, що її кінетична енергія $E_k = 12$ кеВ.
7. Дротяний виток радіусом $r = 4$ см, що має опір $R = 0,01$ Ом, міститься в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,04$ Тл. Площина витка утворює кут $\alpha = 30^\circ$ з лініями індукції поля. Який заряд Q пройде по витку, якщо магнітне поле зникне?
8. Індуктивність L соленоїда довжиною $l = 1$ м і площею поперечного перерізу $S = 20$ см² дорівнює $0,4$ мГн. Визначити силу струму в соленоїді, за якої об'ємна густина енергії w магнітного поля усередині соленоїда дорівнює $0,1$ Дж/м³.

Коливання і хвилі

1. Амплітуда гармонічних коливань точки $A = 5$ см, амплітуда швидкості $v_{\max} = 7,85$ см/с. Обчислити циклічну частоту ω коливань і максимальне прискорення a_{\max} точки.

2. Матеріальна точка, маса якої $m = 10$ г, здійснює гармонічні коливання за законом косинуса з періодом $T = 2$ с і початковою фазою $\varphi = 0$. Повна механічна енергія точки $E = 0,1$ мДж. Визначити амплітуду коливань A и записати закон руху точки. Обчислити максимальне значення F_{\max} сили, що діє на точку.

3. Вантаж масою $m = 0,5$ кг підвішений до спіральної пружини жорсткістю $k = 20$ Н/м і здійснює пружні коливання в деякому середовищі. Логарифмічний декремент згасання коливань $\lambda = 0,004$. Визначити кількість N повних коливань, що може здійснити вантаж, щоб енергія коливань зменшилася в $n = 2$ рази. За який час Δt відбудеться це зменшення?

4. Плоска гармонічна звукова хвиля збуджується джерелом коливань частотою $\nu = 200$ Гц і поширюється уздовж осі Ox . Амплітуда коливань точок джерела $\xi_0 = 4$ мм. Написати рівняння коливань джерела $\xi(0, t)$, якщо в початковий момент часу зміщення точок джерела було максимальним. Визначити зміщення точок середовища, що містяться на відстані $x = 100$ см від джерела, у момент часу $t = 0,1$ с. Швидкість звукової хвилі прийняти $v = 340$ м/с. Згасанням нехтувати.

5. Коливальний контур містить конденсатор ємністю $C = 8$ пФ і котушку індуктивністю $L = 0,5$ мГн. Якою є максимальна напруга U_0 на обкладках конденсатора, якщо максимальна сила струму в контурі $I_0 = 40$ мА?

Квантова і ядерна фізика

1. Під час фотоефекту з платинової поверхні електрони повністю затримуються різницею потенціалів $U = 0,8$ В. Визначити довжину хвилі λ застосованого випромінювання і граничну довжину хвилі λ_0 , за якої ще можливий фотоефект.

2. Зачорнена кулька охолоджується від температури $T_1 = 300$ К до $T_2 = 200$ К. Вважаючи поверхню кульки абсолютно чорною, визначити на скільки змінилася довжина хвилі λ , що відповідає максимуму спектральної густини енергетичної світимості?

3. Визначити проміжок часу τ , протягом якого активність A ізотопу стронція ^{90}Sr зменшиться в $k_1 = 10$ разів? У $k_2 = 100$ разів? Період напіврозпаду стронцію $T_{1/2} = 28$ років.

4. Яка енергія ΔE виділяється під час термоядерної реакції синтезу $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$? Відповідь надати в джоулях і електрон-вольтах. Маса ядра дейтерію 2,01410 а.о.м., тритію 3,01605 а.о.м., гелію 4,00260 а.о.м., нейтрона 1,00866 а.о.м..

ВАРІАНТ 2

Механіка

1. Радіус-вектор матеріальної точки змінюється з часом за законом $\mathbf{r} = 4t^2\mathbf{i} + 3t\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$ (м). Визначити: 1) швидкість точки \mathbf{v} ; 2) прискорення точки \mathbf{a} ; 3) модуль швидкості точки в момент часу $t = 2$ с.

2. Якір електродвигуна, що має частоту обертання $n = 50 \text{ с}^{-1}$, після вимикання струму зробив $N = 628$ обертів і зупинився. Визначити кутове прискорення ε якоря.
3. До пружинних терезів підвішений блок. Через блок перекинуто шнур, до кінців якого прив'язали вантажі масами $m_1 = 1,5 \text{ кг}$ і $m_2 = 3 \text{ кг}$. Яким буде показання терезів під час руху вантажів? Масою блоку і шнура нехтувати.
4. Платформа з піском загальною масою $M = 2 \text{ т}$ розміщена на рейках на горизонтальній ділянці шляху. У пісок попадає снаряд масою $m = 8 \text{ кг}$ і застряє в ньому. Зневажаючи тертям, визначити, з якою швидкістю буде рухатися платформа, якщо снаряд падає зверху вниз під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту зі швидкістю $v = 450 \text{ м/с}$.
5. Суцільний однорідний диск скачується без ковзання по похилій площині, що утворює кут α з горизонтом. Визначити лінійне прискорення a центра диска.
6. Маховик, момент інерції якого $J = 40 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, почав обертатися рівноприскорено зі стану спокою під дією моменту сили $M = 20 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Визначити кінетичну енергію E_k , яку набуває маховик через $t = 10 \text{ с}$.

Електрика і магнетизм

1. Дві кульки однакової маси $m = 0,1 \text{ г}$ підвішені в одній точці на нитках довжиною $l = 20 \text{ см}$ кожна. Отримавши однаковий заряд, кульки розійшлися так, що нитки утворили між собою кут $\alpha = 60^\circ$. Визначити заряд кожної кульки.
2. Електрон міститься в однорідному електричному полі напруженістю $E = 200 \text{ кВ/м}$. Який шлях пройде електрон за час $t = 1 \text{ нс}$, якщо його початкова швидкість дорівнює нулю? Яку швидкість буде мати електрон наприкінці цього проміжку часу?
3. Між пластинами плоского конденсатора знаходиться щільно прилегла скляна пластинка. Конденсатор заряджений до різниці потенціалів $U_1 = 100 \text{ В}$. Яка буде різниця потенціалів U_2 , якщо витягнути скляну пластинку з конденсатора?
4. До акумулятора, ЕРС якого дорівнює 2 В і внутрішній опір $0,5 \text{ Ом}$, під'єднаний провідник. Визначити :1) опір провідника; 2) потужність, яка при цьому виділяється в провіднику.
5. Шини генератора є дві паралельні мідні смуги довжиною 2 м кожна, відстоять одна від одної на відстані 20 см . Визначити силу взаємного відштовхування шин в разі короткого замикання, коли по ним проходить струм силою 10 кА .
6. Протон і електрон, прискорені однаковою різницею потенціалів, влітають в однорідне магнітне поле, що є перпендикулярним до швидкості. У скільки разів радіус кривизни R_1 траєкторії протона більше за радіус кривизни R_2 траєкторії електрона? Маса електрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, маса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.
7. Котушка довжиною 50 см і діаметром 5 см містить 200 витків. За котушці йде струм 1 А . Визначити: 1) індуктивність котушки; 2) магнітний потік, що пронизує площу її поперечного перерізу.
8. Рамка площею $S = 100 \text{ см}^2$ містить $N = 103$ витків дроту опором $R_1 = 12 \text{ Ом}$. До кінців обмотки підключено зовнішній опір $R_2 = 20 \text{ Ом}$. Рамка рівномірно обертається в однорідному магнітному полі ($B = 0,1 \text{ Тл}$) з частотою $n = 8 \text{ с}^{-1}$. Визначити максимальну потужність P_{max} , змінного струму в колі.

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює коливання за законом синуса з періодом $T = 12 \text{ с}$. У деякий момент часу зміщення x точки дорівнювало 1 см . Коли фаза коливань збільшилася вдвічі, швидкість v точки стала дорівнювати $\pi/6 \text{ см/с}$. Визначити амплітуду A коливань.

2. Матеріальна точка, маса якої $m = 50$ г, здійснює коливання за законом $x = 10 \sin(2t + \frac{\pi}{3})$, де x дано в сантиметрах, а аргумент синуса – у радіанах. Визначити максимальні значення сили F_{\max} , що повертає точку в положення рівноваги, і кінетичної енергії $E_{k \max}$.
3. Амплітуда коливань маятника довжиною $l = 1$ м за час $t = 10$ хв зменшилася в два рази. Визначити логарифмічний декремент λ згасання системи.
4. Плоска синусоїдна звукова хвиля має період $T = 3$ мс, амплітуду $\xi_0 = 0,2$ мм і довжину хвилі $\lambda = 1,2$ м. Визначити швидкість точок середовища, віддалених від джерела коливань на відстань $x = 2$ м, у момент часу $t = 7$ мс. Початкова фаза хвилі дорівнює нулю.
5. Коливальний контур має такі параметри: резонансна частота $\nu_{\text{рез}} = 600$ кГц, ємність конденсатора $C = 350$ пФ, активний опір $R = 15$ Ом. Визначити добротність контуру.

Квантова і ядерна фізика

1. Яку потужність P треба підводити до зачорненої металевої кульки з радіусом $r = 2$ см, щоб підтримувати її температуру на $\Delta T = 27$ К вище за температуру навколишнього середовища? Температура навколишнього середовища $T = 293$ К. Вважати, що поверхня кульки є абсолютно чорною, і тепло втрачається тільки внаслідок випромінювання.
2. Визначити довжину хвилі λ_0 світла, яке відповідає червоній границі фотоефекту для літію, натрію, калію і цезію.
3. Визначити масу полонію $^{210}_{84}\text{Po}$, активність якого $A = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк. Період напіврозпаду полонію $T_{1/2} = 138$ діб.
4. Написати позначення, що відсутні в реакціях:
 - а) $^{55}_{25}\text{Mn}(x, n)^{55}_{26}\text{Fe}$;
 - б) $^{27}_{13}\text{Al}(\alpha, p)x$;
 - в) $^{14}_7\text{N}(n, x)^{14}_6\text{C}$;
 - г) $x(p, \alpha)^{22}_{11}\text{Na}$.

ВАРІАНТ 3

Механіка

1. Матеріальна точка рухається уздовж прямої так, що її прискорення лінійно зростає і за перші $t = 10$ с досягає значення $a = 5$ м/с². Визначити наприкінці десятої секунди: 1) швидкість точки; 2) пройдений точкою шлях.
2. Колесо автомашини обертається рівносповільнено. За час $t = 2$ хв воно змінило частоту обертання від 240 до 60 хв⁻¹. Визначити: 1) кутове прискорення колеса; 2) число повних обертів, зроблених колесом за цей час.
3. Куля масою $m = 10$ г, що летить горизонтально зі швидкістю $v = 0,5$ км/с, попадає в підвішений на тросах ящик з піском масою $M = 6$ кг і застряє в ньому. Визначити висоту h , на яку підніметься такий балістичний маятник, відхилившись після удару.
4. Тіло масою $m = 0,4$ кг зісковзує без початкової швидкості по похилій площині висотою $h = 10$ см і довжиною $l = 1$ м і, пройшовши по горизонтальній площині деякий шлях, зупиняється. Коефіцієнт тертя на всьому шляху $f = 0,04$. Визначити: 1) кінетичну енергію тіла біля основи площини; 2) шлях, пройдений тілом на горизонтальній ділянці до зупинки.

5. В центрі платформи, що обертається навколо вертикальної осі з частотою $n_1 = 1 \text{ с}^{-1}$, знаходиться людина і тримає в руках стрижень довжиною $l = 2,4 \text{ м}$ і масою $m = 8 \text{ кг}$, розташований вертикально вздовж осі обертання платформи. З якою частотою n_2 буде обертатися платформа з людиною, якщо вона поверне стрижень у горизонтальне положення? Сумарний момент інерції J людини і платформи дорівнює $6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

6. Маховик починає обертатися зі стану спокою зі сталим кутовим прискоренням $\varepsilon = 0,4 \text{ рад/с}^2$. Визначити кінетичну енергію маховика через час $t_2 = 25 \text{ с}$ після початку руху, якщо через $t_1 = 10 \text{ с}$ після початку руху момент імпульсу L_1 маховика складав $60 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$.

Електрика і магнетизм

1. Електричне поле створене двома нескінченними паралельними пластинами, що несуть рівномірно розподілений по площині заряд з поверхневими густинами $\sigma_1 = 1 \text{ нКл/м}^2$ і $\sigma_2 = 3 \text{ нКл/м}^2$. Визначити напруженість E поля: 1) між пластинами; 2) поза пластинами.

2. Уздовж силової лінії однорідного електричного поля рухається протон. У точці поля с потенціалом $\phi_1 = 100 \text{ В}$ протон мав швидкість $v_1 = 0,1 \text{ Мм/с}$. Визначити потенціал ϕ_2 точки поля, в якій швидкість протона зростає в $n = 2$ рази. Відношення заряду протона до його маси $e/m = 96 \text{ мкл/кг}$.

3. Дві металевих кулі радіусами $R_1 = 2 \text{ см}$ і $R_2 = 6 \text{ см}$ з'єднані провідником, ємністю якого можна нехтувати. Кулям наданий заряд $Q = 1 \text{ нКл}$. Визначити поверхневу густина σ зарядів на кулях.

4. Густина струму j в алюмінієвому провіднику 1 А/мм^2 . Визначити середню швидкість $\langle v \rangle$ упорядкованого руху електронів, припускаючи, що кількість вільних електронів у 1 см^3 алюмінію дорівнює кількості атомів. Густина алюмінію $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5. По тонкому дротяному кільцю проходить струм. Не змінюючи сили струму в провіднику, йому надали форму квадрата. У скільки разів змінилася магнітна індукція в центрі контуру?

6. Прямокутна рамка зі струмом $I = 1,5 \text{ мА}$ розміщена в одній площині з довгим прямим провідником зі струмом так, що довгі сторони рамки є паралельними провідникові. Сила струму в провіднику $I_1 = 2 \text{ мА}$, відстань від нього до ближньої сторони рамки $a = 10 \text{ см}$. Довжини сторін рамки $l_1 = 30 \text{ см}$, $l_2 = 18 \text{ см}$. Визначити сили, що діють на кожному зі сторін рамки.

7. Заряджена частинка була прискорена різницею потенціалів $U = 104 \text{ В}$ і влетіла в схрещені під прямим кутом електричне ($E = 10 \text{ кВ/м}$) і магнітне ($B = 0,1 \text{ Тл}$) поля. Визначити відношення Q/m заряду частинки до її маси, якщо, рухаючи перпендикулярно обом полям, частинка не відхиляється від прямолінійної траєкторії.

8. Соленоїд має $N = 1\,000$ витків. Сила струму I у його обмотці становить 1 А , магнітний потік, що пронизує кожний виток, $\Phi = 0,1 \text{ мВб}$. Визначити енергію W магнітного поля.

Коливання і хвилі

1. Точка, що здійснює гармонічні коливання за законом $x = A \cos(\omega t + \phi)$ см, у деякий момент часу t_1 має зміщення $x_1 = 4 \text{ см}$, швидкість $v_1 = 5 \text{ см/с}$ і прискорення $a_1 = -80 \text{ см/с}^2$. Визначити амплітуду A и період T коливань точки; фазу коливань $\omega t + \phi$ у момент часу, що розглядається; максимальні швидкість v_{max} і прискорення a_{max} точки.

2. Брусок, маса якого $m = 0,5 \text{ кг}$, лежить на гладкому столі. Він з'єднаний горизонтальною пружиною жорсткістю $k = 32 \text{ Н/м}$ зі стіною. У початковий момент часу пружину стиснули на $x_0 = 1 \text{ см}$ і відпустили. Установити закон руху бруска. Тертям нехтувати.

3. Логарифмічний декремент λ згасання маятника дорівнює $0,01$. Визначити кількість N повних коливань маятника до зменшення його амплітуди в 3 рази.

4. Поперечна хвиля поширюється уздовж пружного шнура зі швидкістю $v = 10$ м/с. Амплітуда коливань точок шнура $A = 5$ см, період коливань $T = 1$ с. В початковий момент часу кінець шнура, що є джерелом біжучої хвилі, перебував у положенні рівноваги.. Записати рівняння пружної хвилі і визначити: 1) довжину хвилі, 2) фазу коливань, зміщення, швидкість і прискорення точки, що відстоїть на 9 м від джерела коливань у момент часу $t_1 = 2,5$ с.

5. На яку довжину хвилі λ буде резонувати контур, що складається з котушки індуктивністю $L = 4$ мкГн і конденсатора електроємністю $C = 1,11$ нФ?

Квантова і ядерна фізика

1. Поверхню тіла було нагріто до температури $T = 1000$ К. У скільки разів зміниться енергетична світність R_e тіла, якщо покласти, що одна половина поверхні нагрівається на $\Delta T = 100$ К, а інша охолоджується на $\Delta T = 100$ К.?

2. Довжина хвилі світла, яка відповідає червоній границі фотоефекту, для деякого металу $\lambda_0 = 375$ нм. Визначити мінімальну енергію ϵ фотона, який спричиняє фотоефект.

3. Яка частина η початкової кількості ядер ^{90}Sr розпадеться за одну добу і за 15 років? Яка частина ζ залишиться через 10 років і через 100 років? Період напіврозпаду стронцію $T_{1/2} = 28$ років.

4. В чистий силіцій введена невелика домішка бору. Користуючись таблицею Менделєєва, визначити і пояснити тип провідності домішкового силіцію.

ВАРІАНТ 4

Механіка

1. Рівняння прямолінійного руху тіла має вигляд $x = At - Bt^2 + Ct^3$ ($A = 2$ м/с, $B = 3$ м/с², $C = 4$ м/с³). Записати вирази для швидкості і прискорення. Визначити для моменту часу $t = 2$ с після початку руху: 1) шлях, що пройшло тіло; 2) швидкість; 3) прискорення.

2. Точка рухається по колу радіусом $R = 15$ см з постійним тангенціальним прискоренням a_t . Наприкінці четвертого оберту після початку руху лінійна швидкість точки $v = 15$ см/с. Визначити нормальне прискорення a_n точки через $t = 16$ с після початку руху.

3. Куля масою $m = 10$ г, що летить горизонтально, попадає в підвішений на тросах довжиною $l = 1$ м ящик з піском масою $M = 1,5$ кг і застряє в ньому. Такий балістичний маятник відхилився після удару на кут $\varphi = 30^\circ$. Визначити швидкість кулі.

4. Вантаж піднімають по похилій площині довжиною $l = 2$ м з прискоренням $a = 1$ м/с². Маса вантажу $m = 100$ кг, кут нахилу похилої площини $\varphi = 30^\circ$, коефіцієнт тертя $\mu = 0,1$. Визначити роботу A результуючої сил, що діють на тіло.

5. Куля радіусом $R = 10$ см і масою $m = 5$ кг обертається навколо осі симетрії за рівнянням $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$ ($B = 2$ рад/с², $C = -0,5$ рад/с³). Визначити момент обертаючої сили M для $t = 3$ с.

6. Горизонтальна платформа масою $m = 25$ кг і радіусом $R = 0,8$ м обертається з частотою $n_1 = 18$ хв⁻¹. У центрі знаходиться людина і тримає на витягнутих руках гантелі. Вважаючи платформу диском, визначити частоту обертання платформи, якщо людина, опустивши руки, зменшить свій момент інерції від $J_1 = 3,5$ кг·м² до $J_2 = 1$ кг·м².

Електрика і магнетизм

1. Навколо нерухомого точкового заряду $Q = 1$ нКл рівномірно обертається під дією сил притягання негативно заряджена маленька кулька. Чому дорівнює відношення заряду кульки до її маси q/m , якщо радіус орбіти $R = 2$ см, а кутова швидкість обертання $\omega = 3$ рад/с?
2. Точкові заряди $Q_1 = 1$ мкКл і $Q_2 = 0,1$ мкКл розміщені на відстані $r_1 = 10$ см один від одного. Яку роботу A виконають сили поля, якщо другий заряд, відштовхуючись від першого, віддаляться від нього на відстань: 1) $r_2 = 10$ м; 2) $r_3 = \infty$?
3. Відстань d між пластинами повітряного плоского конденсатора становить 2 см, різниця потенціалів $U = 6$ кВ. Заряд кожної пластини $Q = 10$ нКл. Обчислити енергію W електричного поля конденсатора і силу F взаємного притягання пластин.
4. ЕРС батареї акумуляторів $E = 12$ В, сила струму $I_{к.з.}$ короткого замикання 5 А. Яку найбільшу потужність P_{\max} можна одержати в зовнішньому колі, з'єднаному з такою батареєю?
5. По тонкому проволу у вигляді півкільця радіусом $R = 10$ см проходить струм $I = 10$ А. Перпендикулярно площині кільця збуджене однорідне магнітне поле, індукція якого $B = 50$ мТл. Визначити силу, що діє на провід. Як зміниться сила, якщо провід випрямити?
6. Два однозарядних іони, прискорені однаковою різницею потенціалів, влетіли в однорідне магнітне поле перпендикулярно лініям індукції. Один іон, маса m_1 якого дорівнює 12 а. е. м., описав дугу кола радіусом $R_1 = 4$ см. Визначити масу m_2 іншого іона, якщо він описав дугу кола радіусом $R_2 = 6$ см.
7. В однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,5$ Тл рівномірно з частотою $n = 300$ хв⁻¹ обертається котушка, що містить $N = 200$ витків, які щільно прилягають один до одного. Площа поперечного перерізу котушки $S = 100$ см². Вісь обертання є перпендикулярною до осі котушки і напрямку магнітного поля. Визначити максимальну ЕРС, що індукується в котушці.
8. На залізне кільце намотано в один шар $N = 200$ витків. Визначити: магнітний потік Φ_1 через один виток та енергію W магнітного поля, якщо при струмі силою $I = 2,5$ А повний магнітний потік Ψ у залізі дорівнює 0,5 мВб.

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює коливання за законом $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, де $A = 4$ см. Визначити початкову фазу φ , якщо: а) $x(0) = 2$ см, $v_x(0) < 0$; б) $x(0) = -2$ см, $v_x(0) < 0$; в) $x(0) = 2$ см, $v_x(0) > 0$; г) $x(0) = -2$ см, $v_x(0) > 0$. Побудувати векторну діаграму для моменту часу $t = 0$.
2. Цвях забитий у стіну горизонтально. На нього підвішений тонкий обруч, що коливається в площині, паралельній стіні. Радіус обруча $R = 30$ см. Обчислити період T коливань обруча.
3. Амплітуда згасаючих коливань за час $t_1 = 20$ с зменшилася в два рази. У скільки разів вона зменшиться за час $t_2 = 1$ хв?
4. Від джерела коливань поширюється плоска синусоїдна хвиля уздовж осі Ox . Амплітуда хвилі $\xi_0 = 10$ см, початкова фаза хвилі дорівнює нулю. Яким буде зміщення точки, віддаленої від джерела на $x = 3/4 \lambda$, у момент, коли від початку коливань пройшов час $t = 0,9 T$?
5. Індуктивність L коливального контуру дорівнює 0,5 мГн. Якою має бути електроємність C конденсатора, щоб контур резонував на довжину хвилі $\lambda = 300$ м?

Квантова і ядерна фізика

1. Абсолютно чорне тіло має температуру $T_1 = 2900$ К. В результаті охолодження тіла довжина хвилі, на яку припадає максимум спектральної густини енергетичної світимості, змінилася на $\Delta\lambda_{\max} = 9$ мкм. До якої температури T_2 остудилося тіло?

2. Довжина хвилі світла, яка відповідає червоній границі фотоефекту, для деякого металу $\lambda_0 = 375$ нм. Визначити: 1) роботу виходу A електрона з металу; 2) максимальну швидкість v_{\max} електронів, які вириваються з металу світлом з довжиною хвилі $\lambda = 300$ нм; 3) максимальну кінетичну енергію T_{\max} електронів.

3. Внаслідок послідовних радіоактивних розпадів ядро урану ${}_{92}^{238}\text{U}$ перетворилося в ядро свинцю ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Користуючись таблицею Менделєєва, визначити скільки актів α -розпаду і β -розпаду при цьому відбулося.

4. Під час бомбардування ізотопу азоту ${}_{7}^{14}\text{N}$ нейтронами утворюється ізотоп вуглецю ${}_{6}^{14}\text{C}$, що виявляється β -радіоактивним. Навести рівняння обох реакцій.

ВАРІАНТ 5

Механіка

1. З вишки кинули камінь у горизонтальному напрямку. Через проміжок часу $t = 2$ с камінь упав на землю на відстані $s = 40$ м від підстави вишки. Визначити початкову v_0 і кінцеву v швидкості каменю.

2. Диск радіусом $R = 10$ см обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($B = 1$ рад/с, $C = 1$ рад/с², $D = 1$ рад/с³). Визначити для точок на ободі диска наприкінці другої секунди після початку руху: 1) тангенціальне прискорення a_τ ; 2) нормальне прискорення a_n ; 3) повне прискорення a .

3. Матеріальна точка масою $m = 1$ кг, що рухається рівномірно, описує чверть кола радіуса $r = 1,2$ м за проміжок часу $t = 2$ с. Визначити зміну Δp імпульсу точки.

4. Куля масою $m = 10$ г, що летить горизонтально зі швидкістю $v = 200$ м/с, попадає в підвішений на тросах довжиною $l = 1$ м ящик з піском масою $M = 1,5$ кг і застряє в ньому. Визначити кут відхилення φ такого балістичного маятника.

5. Суцільний циліндр масою $m = 4$ кг котиться без ковзання по горизонтальній поверхні. Лінійна швидкість центра мас циліндра $v = 1$ м/с. Визначити повну кінетичну енергію T циліндра.

6. В центрі платформи, що обертається навколо вертикальної осі з частотою $n_1 = 30$ хв⁻¹, знаходиться людина. Момент інерції тіла людини відносно осі обертання $J_{\text{люд}} = 1,2$ кг·м². У витягнутих руках у людини дві гантелі масою $m = 3$ кг кожна. Відстань між гантелями 160 см. Як стане обертатися платформа, якщо людина опустить руки і відстань між гантелями буде дорівнювати 40 см? Платформа має вигляд диска масою $m_1 = 25$ кг і радіусом $R = 1$ м. Зміною моменту інерції рук і тертям нехтувати.

Електрика і магнетизм

1. Електричне поле створене двома точковими зарядами $Q_1 = 40$ нКл і $Q_2 = -10$ нКл, що розміщені на відстані $d = 10$ см один від одного. Визначити напруженість E поля в точці, яка відстоїть від першого заряду на $r_1 = 12$ см і від другого на $r_2 = 6$ см.

2. Електростатичне поле створюється позитивно зарядженою нескінченною ниткою з постійною лінійною густиною заряду $\tau = 1$ нКл/см. Яку роботу виконають сили поля під час переміщення електрона з відстані $r_1 = 1,5$ см до $r_2 = 1$ см?

3. Два конденсатори, ємності яких $C_1 = 3$ мкФ і $C_2 = 6$ мкФ, з'єднані між собою і приєднані до батареї з $\mathcal{E} = 120$ В. Визначити заряди Q_1 і Q_2 конденсаторів і різниці потенціалів U_1 і U_2 між їхніми обкладками, якщо конденсатори з'єднані: 1) паралельно; 2) послідовно.

4. Сила струму в провіднику рівномірно збільшується від $I_0 = 0$ до деякого максимального значення протягом часу $t = 10$ с. За цей час у провіднику виділилася кількість теплоти $Q = 1$ кДж. Визначити швидкість зростання струму в провіднику, якщо опір його $R = 3$ Ом.

5. Два прямолінійних довгих паралельних провідники розміщені на відстані $d_1 = 10$ см один від одного. По провідниках в одному напрямі проходять струми $I_1 = 20$ А і $I_2 = 30$ А. Яку роботу A треба виконати (на одиницю довжини провідників), щоб розсунути ці провідники до відстані $d_2 = 20$ см?

6. Соленоїд без осердя довжиною $l = 0,5$ м містить $N = 1\,000$ витків. Визначити магнітну індукцію B поля усередині соленоїда, якщо опір його обмотки $R = 120$ Ом, а напруга на її кінцях $U = 60$ В.

7. Визначити частоту n обертання електрона по коловій орбіті в магнітному полі, індукція якого $B = 0,2$ Тл.

8. Кільце з алюмінієвого дроту (питомий опір $\rho = 26$ нОм·м) поміщено в магнітне поле перпендикулярно лініям магнітної індукції. Діаметр кільця $D = 20$ см, діаметр дроту $d = 1$ мм. Визначити швидкість зміни магнітного поля, якщо сила індукційного струму в кільці $I = 0,5$ А.

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює коливання за законом $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, де $A = 4$ см. Визначити початкову фазу φ , якщо: $x(0) = -2\sqrt{3}$ см і $v_x(0) > 0$.

2. Визначити значення сили, що повертає систему в положення рівноваги у момент часу $t_1 = 1,25$ с, і повну механічну енергію E матеріальної точки, маса якої $m = 10$ г, а коливання здійснюються за законом $x = 0,1 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{4}\right)$, м.

3. Тонкий стрижень, що підвішений за кінець, здійснює коливання з такою самою частотою, що й математичний маятник довжиною $l = 1$ м. Чому дорівнює довжина стрижня?

4. Визначити інтенсивність звуку (Вт/м²), якщо рівень гучності його $L = 67$ дБ. Інтенсивність звуку на порозі чутності $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

5. У коливальному контурі відбуваються вільні незгасаючі електромагнітні коливання. Максимальний заряд конденсатора $q_0 = 1$ мкКл, максимальна сила струму $I_0 = 10$ А. Визначити довжину хвилі, на яку резонує контур.

Квантова і ядерна фізика

1. У скільки разів треба збільшити термодинамічну температуру абсолютно чорного тіла, щоб його енергетична світність R_e зросла в два рази?

2. Використовуючи теорію Бора для атома водню, визначити: 1) радіус найближчої до ядра орбіти (перший борівський радіус); 2) швидкість руху електрона по цій орбіті.

3. Визначити сталу радіоактивного розпаду λ ядра ^{55}Co , якщо за годину розпадається 4% початкової кількості ядер. Продукт розпаду є стабільним.

4. Визначити добову витрату ядерного пального ^{235}U у реакторі АЕС. Теплова потужність станції становить $P = 10$ МВт. Прийняти, що в одному акті поділу ядра виділяється енергія $Q = 200$ МеВ, а ККД станції $\eta = 20\%$.

ВАРІАНТ 6

Механіка

1. Радіус-вектор матеріальної точки змінюється з часом за законом $\mathbf{r} = At^2\mathbf{i} + Bt\mathbf{j} + C\mathbf{k}$, де $A = 2 \text{ м/с}^2$; $B = 5 \text{ м/с}$; $C = 3 \text{ м}$. Визначити: 1) швидкість точки \mathbf{v} ; 2) прискорення точки \mathbf{a} ; 3) модуль швидкості точки v у момент часу $t = 4 \text{ с}$.

2. Диск обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = At^2$ ($A = 0,5 \text{ рад/с}^2$). Визначити наприкінці другої секунди після початку руху: 1) кутову швидкість диска; 2) кутове прискорення диска; 3) для точки, що знаходиться на відстані 80 см від осі обертання, тангенціальне a_τ , нормальне a_n і повне a прискорення.

3. По похилій площині з кутом нахилу $\alpha = 30^\circ$ до горизонту зісковзує тіло. Визначити швидкість тіла наприкінці другої секунди від початку ковзання, якщо коефіцієнт тертя $f = 0,15$.

4. Куля масою $m = 10 \text{ г}$, що летить з горизонтальною швидкістю $v = 0,6 \text{ км/с}$, попадає в мішок з піском масою $M = 10 \text{ кг}$, що висить на довгому тросі, і застряє в ньому. Визначити: 1) висоту, на яку підніметься мішок, відхилившись після удару; 2) частку кінетичної енергії кулі, витрачену на пробивання піску.

5. Куля і суцільний циліндр однакової маси, виготовлені з того самого матеріалу, котяться без ковзання з однаковою швидкістю. Визначити, у скільки разів кінетична енергія кулі менша за кінетичну енергію суцільного циліндра.

6. Людина масою $m = 60 \text{ кг}$ знаходиться на краю горизонтальної платформи масою $M = 120 \text{ кг}$, що обертається за інерцією навколо нерухомої вертикальної осі з частотою $n_1 = 10 \text{ хв}^{-1}$. Вважаючи платформу круглим однорідним диском, а людину – точковою масою, визначити, з якою частотою n_2 буде обертатися платформа, якщо людина перейде до її центра.

Електрика і магнетизм

1. Відстань між двома точковими зарядами $Q_1 = 5 \text{ мкКл}$ і $Q_2 = -10 \text{ мкКл}$ дорівнює 10 см. Визначити силу F , що діє на точковий заряд $Q = 0,1 \text{ мкКл}$, який відстоїть на $r_1 = 6 \text{ см}$ від першого і на $r_2 = 8 \text{ см}$ від другого зарядів.

2. До повітряного конденсатора, зарядженого до напруги $U = 600 \text{ В}$ і відключеного від джерела напруги, приєднали паралельно другий незаряджений конденсатор таких же розмірів і форми, але з діелектриком (порцеляна). Визначити діелектричну проникність ϵ порцеляни, якщо після приєднання другого конденсатора різниця потенціалів зменшилася до $U = 100 \text{ В}$.

3. У мідному провіднику об'ємом $V = 6 \text{ см}^3$ під час проходження по ньому постійного струму за час $t = 1 \text{ хв}$ виділилася кількість теплоти $Q = 216 \text{ Дж}$. Визначити напруженість E електричного поля в провіднику.

4. ЕРС батареї $E = 20 \text{ В}$. Опір R зовнішнього кола дорівнює 2 Ом, сила струму $I = 4 \text{ А}$. Визначити ККД батареї. За якого значення зовнішнього опору R ККД буде дорівнювати 99%?

5. Уздовж двох довгих прямих паралельних провідників, розміщених на відстані $d = 5 \text{ см}$ один від одного, в одному напрямку проходять струми силами $I_1 = 5 \text{ А}$ і $I_2 = 10 \text{ А}$. Визначити магнітну індукцію B поля в точці, що відстоїть на $r_1 = 3 \text{ см}$ від першого провідника і на $r_2 = 4 \text{ см}$ від другого.

6. Обчислити радіус R кола, що описує протон у магнітному полі з індукцією $B = 15 \text{ мТл}$, якщо швидкість протона $v = 2 \text{ Мм/с}$. Маса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

7. Усередині соленоїда з кількістю витків $N = 200$ та нікелевим осердям ($\mu = 200$) напруженість однорідного магнітного поля $H = 10 \text{ кА/м}$. Площа поперечного перерізу осердя $S = 10 \text{ см}^2$. Визначити: 1) магнітну індукцію B поля усередині соленоїда; 2) потокозчеплення.

8. Струм, що змінюється за законом $I = 3 \cos 2t$ (час – у секундах, струм – в амперах), проходить по котушці індуктивністю $L = 40$ мГн. Установити закон зміни і максимальне значення ЕРС самоіндукції.

Коливання і хвилі

1. Максимальна швидкість точки, що здійснює гармонічні коливання, дорівнює 10 см/с, максимальне прискорення 100 см/с². Визначити кругову частоту ω коливань, їхній період T і амплітуду A .

2. Айсберг у вигляді прямої призми коливається уздовж вертикальної осі. Визначити період T малих коливань айсберга, якщо висота його надводної частини у стані рівноваги $h = 100$ м.

3. Тіло, маса якого $m = 1$ кг, здійснює коливання під дією пружної сили (жорсткість $k = 10$ Н/м). Визначити коефіцієнт опору r в'язкого середовища, якщо період згасаючих коливань $T = 2,1$ с.

4. Звукові коливання з частотою $\nu = 450$ Гц і амплітудою $A = 0,3$ мм поширюються в повітрі. Довжина хвилі $\lambda = 80$ см. Чому дорівнює середня енергія, що переноситься хвилею в одиницю часу через одиничну площадку, перпендикулярну напрямку хвилі? Густина повітря $\rho = 1,29$ кг/м³.

5. Коливальний контур містить котушку і конденсатор. У скільки разів збільшиться період власних коливань в контурі, якщо паралельно конденсатору підключити ще три таких же конденсатора?

Квантова і ядерна фізика

1. Визначити частоту ν світла, яке вириває з металу електрони, що цілком затримуються різницею потенціалів $U = 3$ В. Фотоефект починається при частоті світла $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Визначити роботу виходу A електрона з цього металу.

2. Використовуючи теорію Бора для атома водню, визначити швидкість електрона на третій орбіті атома водню.

3. За один рік початкова кількість радіоактивного препарату зменшилася в 5 разів. У скільки разів вона зменшиться за два роки?

4. Визначити енергію E , що виділяється під час з'єднання одного протона і двох нейтронів в атомне ядро. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 7

Механіка

1. Диск обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $j = At^2$ ($A = 0,1$ рад/с²). Визначити повне прискорення a точки на ободі диска наприкінці другої секунди після початку руху, якщо лінійна швидкість цієї точки в цей момент $v = 0,4$ м/с.

2. Матеріальна точка масою $m = 2$ кг рухається під дією деякої сили F відповідно до рівняння $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, де $C = 1$ м/с², $D = -0,2$ м/с³. Визначити значення цієї сили в моменти часу $t_1 = 2$ с і $t_2 = 5$ с. У який момент часу сила дорівнює нулеві?

3. До сталевого дроту (гранича міцності $\sigma_{\max} = 0,49$ ГПа) радіусом $r = 1$ мм підвішений вантаж масою $m = 100$ кг. На який найбільший кут α можна відхилити дріт з вантажем, щоб він не розірвався при проходженні цим вантажем положення рівноваги?

4. Куля масою $m_1 = 10$ кг, що рухається зі швидкістю $v_1 = 4$ м/с, зіштовхується з кулею масою $m_2 = 4$ кг, швидкість v_2 якої дорівнює 12 м/с. Вважаючи удар центральним і абсолютно непружним,

визначити швидкість u куль після удару в двох випадках: 1) мала куля наздоганяє велику кулю, що рухається в тім же напрямку; 2) кулі рухаються назустріч одна одній.

5. Повна кінетична енергія E_k диска, що котиться по горизонтальній поверхні, дорівнює 24 Дж. Визначити кінетичну енергію E_{k1} поступального і E_{k2} обертального руху диска.

6. Платформа, що має форму суцільного однорідного диска, обертається по інерції навколо нерухомої вертикальної осі. На краю платформи знаходиться людина, маса якої в 3 рази менша за масу платформи. Визначити, як і в скільки разів зміниться кутова швидкість обертання платформи, якщо людина перейде ближче до центра на відстань, яка дорівнює половині радіуса платформи. Вважати людину точковою масою.

Електрика і магнетизм

1. У вершинах правильного шестикутника зі стороною $a = 10$ см розміщені точкові заряди $Q, 2Q, 3Q, 4Q, 5Q, 6Q$ ($Q = 0,1$ мкКл). Визначити силу F , що діє на точковий заряд Q , що лежить у площині шестикутника і є рівновіддаленим від його вершин.

2. Плоский повітряний конденсатор складається з двох круглих пластин радіусом $r = 10$ см кожна. Відстань d_1 між пластинами дорівнює 1 см. Конденсатор зарядили до різниці потенціалів $U = 1,2$ кВ і відключили від джерела струму. Яку роботу A потрібно виконати, щоб збільшити відстань між пластинами до $d_2 = 3,5$ см?

3. Вольтметр, включений в мережу послідовно з опором R_1 , показав напругу $U_1 = 198$ В, а при включенні послідовно з опором $R_2 = 2R_1$ показав $U_2 = 180$ В. Визначити опір R_1 і напругу в мережі, якщо опір вольтметра $r = 900$ Ом.

4. До затискачів батареї акумуляторів приєднаний нагрівач. ЕРС E батареї дорівнює 24 В, внутрішній опір $r = 1$ Ом. Нагрівач, включений у коло, споживає потужність $P = 80$ Вт. Обчислити силу струму I у колі і ККД нагрівача.

5. Визначити магнітну індукцію B поля, створеного прямолінійним відрізком нескінченно довгого провідника, у точці, що є рівновіддаленою від кінців відрізка і знаходиться на відстані $R = 4$ см від його середини. Довжина відрізка провідника $l = 20$ см, а сила струму в ньому $I = 10$ А.

6. Електрон, прискорений різницею потенціалів $U = 6$ кВ, влітає в однорідне магнітне поле під кутом $\alpha = 30^\circ$ до напрямку поля і рухається по гвинтовій траєкторії. Індукція магнітного поля $B = 13$ мТл. Визначити радіус R і крок h гвинтової траєкторії.

7. Сила струму в котушці без осердя рівномірно збільшується на 0,1 А за 1 с. Котушка довжиною $l = 0,5$ м і діаметром поперечного перерізу $D = 0,1$ м має $N = 1\ 000$ витків. На котушку щільно насунуте кільце з мідного дроту, площа поперечного перерізу якого $S = 2$ мм². Визначити силу струму в кільці, якщо магнітні потоки, що перетинають котушку і кільце, однакові.

8. Визначити енергію магнітного поля соленоїда, що містить $N = 300$ витків, намотаних на картонний каркас радіуса $r = 3$ см і довжиною $l = 6$ см, якщо по ньому проходить струм $I = 4$ А.

Коливання і хвилі

1. Матеріальна точка, маса якої $m = 10$ г, здійснює гармонічні коливання за законом косинуса з періодом $T = 2$ с і початковою фазою $\varphi = 0$. Повна механічна енергія точки $E = 0,1$ мДж. Визначити амплітуду коливань A та навести закон руху точки. Обчислити максимальне значення F_{\max} сили, що діє на точку.

2. Математичний маятник довжиною $l_1 = 40$ см і фізичний маятник у вигляді тонкого стрижня довжиною $l_2 = 60$ см синхронно коливаються навколо однієї і тієї ж горизонтальної осі. Визначити відстань від центра мас стрижня до осі коливань.

3. Амплітуда згасаючих коливань маятника за час $t_1 = 5$ хв зменшилася в два рази. За який час t_2 амплітуда зменшиться у вісім разів?

4. Визначити швидкість v поширення хвилі в пружному середовищі, якщо різниця фаз $\Delta\varphi$ коливань двох точок середовища, що відстоять одна від одної на $\Delta x = 10$ см, дорівнює $\pi/3$. Частота коливань $\nu = 25$ Гц.

5. Сила струму в коливальному контурі, що містить котушку індуктивністю $L = 0,1$ Гн і конденсатор, з часом змінюється за законом $I = -0,1 \sin 200\pi t$, А. Визначити: 1) період коливань, 2) ємність конденсатора, 3) максимальну напругу на обкладках конденсатора, 4) максимальну енергію магнітного поля, 5) максимальну енергію електричного поля.

Квантова і ядерна фізика

1. Температура T верхніх шарів зірки Сиріус дорівнює 10 кК. Вважаючи властивості поверхні зірки подібними до властивостей абсолютно чорного тіла, визначити потік енергії Φ_e , що випромінюється з поверхні площею $S = 1$ км² цієї зірки.

2. Фотони з енергією $\epsilon = 4,9$ еВ виривають електрони з металу з роботою виходу $A = 4,5$ еВ. Визначити максимальний імпульс p_{max} , який передається поверхні металу при вильоті кожного електрона.

3. Визначити кількість ΔN атомів, що розпалися в $m = 1$ мг радіоактивного натрію $^{24}_{11}\text{Na}$ за час $t_1 = 10$ годин. Період напіврозпаду натрію $T_{1/2} = 15,3$ годин.

4. Визначити енергію Q ядерної реакції: $^{44}_{20}\text{Ca} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{41}_{19}\text{K} + ^4_2\text{He}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 8

Механіка

1. Диск радіусом $R = 10$ см обертається так, що залежність лінійної швидкості точок, що лежать на ободі диска, від часу задається рівнянням $v = At$ ($A = 0,3$ м/с²). Визначити момент часу, для якого вектор повного прискорення a утворить з радіусом колеса кут $\varphi = 45^\circ$.

2. Обчислити роботу A , що виконує на шляху $s = 12$ м рівномірно зростаюча сила, якщо на початку шляху сила $F_1 = 10$ Н, наприкінці шляху $F_2 = 46$ Н.

3. Пружина жорсткістю $k = 10$ кН/м була стиснута на $x_1 = 4$ см. Яку потрібно виконати роботу A , щоб стиснення пружини збільшити до $x_2 = 8$ см?

4. Під час центрального пружного удару тіло масою m_1 , що рухається, вдаряється в нерухоме тіло масою m_2 , у результаті чого швидкість першого тіла зменшується в два рази. Визначити: 1) у скільки разів маса першого тіла більша за масу другого тіла; 2) кінетичну енергію другого тіла безпосередньо після удару, якщо перед зіткненням кінетична енергія першого тіла дорівнювала 800 Дж.

5. Вал масою $m = 100$ кг і радіусом $R = 5$ см обертався з частотою $n = 8$ с⁻¹. До циліндричної поверхні вала притиснули гальмову колодку із силою $F = 40$ Н, під дією якої вал зупинився через час $t = 10$ с. Визначити коефіцієнт тертя f .

6. Колода висотою $h = 3$ м і масою $m = 50$ кг починає падати з вертикального положення на землю. Вважаючи колоду стержнем, а нижній кінець колоди нерухомим, визначити швидкість верхнього кінця і момент імпульсу колоди в момент падіння на землю.

Електрика і магнетизм

1. Дві однакових провідних заряджених кулі розміщені на відстані $r = 60$ см. Сила відштовхування F_1 куль дорівнює 70 мкН. Після того, як кулі привели в зіткнення і потім віддалили одну від одної на первісну відстань, сила відштовхування зросла і стала дорівнювати $F_2 = 160$ мкН. Обчислити заряди Q_1 і Q_2 , що були на кулях до їхнього зіткнення. Діаметри куль вважати набагато меншими, ніж відстань між ними.

2. Заряджена частинка, прискорена різницею потенціалів $U = 600$ кВ, набула швидкості $v = 5,4$ Мм/с. Визначити питомий заряд частинки (відношення заряду частинки до її маси).

3. Конденсатори, ємності яких $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ, включені в коло з напругою $U = 1,1$ кВ. Визначити енергію кожного конденсатора у випадках: 1) послідовного їхнього включення; 2) паралельного включення.

4. При силі струму $I_1 = 3$ А в зовнішньому колі батареї акумуляторів виділяється потужність $P_1 = 18$ Вт, при силі струму $I_2 = 1$ А – відповідно $P_2 = 10$ Вт. Визначити ЕРС E і внутрішній опір r батареї.

5. Напруженість H магнітного поля в центрі колового витка дорівнює 200 А/м. Магнітний момент витка $p_m = 1$ А·м². Обчислити силу струму I у витку і радіус R витка.

6. Частинка, що несе один елементарний заряд, влетіла в однорідне магнітне поле з індукцією $B = 0,5$ Тл. Визначити момент імпульсу L частинки під час її руху в магнітному полі, якщо її траєкторія являє собою дугу кола радіусом $R = 0,1$ см.

7. В однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,01$ Тл розміщений перпендикулярно лініям індукції прямий провідник довжиною $l = 8$ см. По провіднику проходить струм силою $I = 2$ А. Під дією сил поля провідник перемістився на відстань $s = 5$ см. Визначити роботу A сил поля.

8. Дротяна рамка опором $R = 0,01$ Ом рівномірно обертається в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,05$ Тл. Вісь обертання лежить у площині рамки і перпендикулярна лініям індукції. Площа S рамки дорівнює 100 см². Визначити заряд Q , який проходить через рамку за час повороту її на кут $\alpha = 30^\circ$ від $\alpha_0 = 0$ до $\alpha_1 = 30^\circ$ (α – кут між площиною рамки і лініями магнітної індукції).

Коливання і хвилі

1. Визначити максимальні значення швидкості v_{\max} і прискорення a_{\max} точки, що здійснює гармонічні коливання з амплітудою $A = 3$ см і круговою частотою $\omega = \pi/2$ с⁻¹.

2. Матеріальна точка масою $m = 50$ г здійснює коливання, рівняння якого має вигляд $x = A \cos \omega t$, де $A = 10$ см, $\omega = 5$ с⁻¹. Визначити силу F , що діє на точку, у двох випадках: 1) у момент часу, коли фаза $\omega t = \pi/3$; 2) у положенні найбільшого зміщення точки.

3. Логарифмічний декремент загасання маятника дорівнює $\lambda = 0,01$. Скільки повних коливань маятника відбудеться до зменшення його амплітуди в 3 рази?

4. Звукові коливання з частотою $\nu = 450$ Гц і амплітудою $A = 0,3$ мм поширюються в пружній середовищі. Довжина хвилі $\lambda = 80$ см. Визначити: 1) швидкість поширення хвиль; 2) максимальну швидкість частинок середовища.

5. Напруга на обкладках конденсатора коливального контуру змінюється за законом $U = 30 \cos 10^3 \pi t$, В. Ємність конденсатора $C = 0,3$ мкФ. Визначити період T коливань, індуктивність котушки L і установити закон зміни сили струму $I(t)$ у контурі.

Квантова і ядерна фізика

1. У яких областях спектра лежать довжини хвиль, які відповідають максимуму спектральної густини енергетичної світності, якщо джерелом світла є: а) спіраль електричної лампочки ($T = 3000$

К); б) поверхня Сонця ($T = 6000 \text{ K}$); в) атомна бомба, в якій у момент вибуху розвивається температура $T \approx 10^7 \text{ K}$?

2. Визначити частоту обертання електрона на третій орбіті атома водню в теорії Бора.

3. Яка кількість атомів з $N = 10^6$ атомів полонію розпадається за час $t = 1$ доба? Період напіврозпаду полонію $T_{1/2} = 138$ діб.

4. Визначити енергію Q , що виділяється під час реакції ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 9

Механіка

1. Тіло рухається прямолінійно. Залежність шляху, що пройшло тіло, від часу задається рівнянням $s = Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($C = 0,1 \text{ м/с}^2$, $D = 0,03 \text{ м/с}^3$). Визначити: 1) через який проміжок часу після початку руху прискорення a тіла буде дорівнювати 2 м/с^2 ; 2) середнє прискорення $\langle a \rangle$ тіла за цей проміжок часу.

2. Диск радіусом $R = 10$ см обертається так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = At + Bt^3$ ($A = 2 \text{ рад/с}$, $B = 4 \text{ рад/с}^3$). Визначити для точок на ободі колеса: 1) нормальне прискорення a_n у момент часу $t = 2$ с; 2) тангенціальне прискорення a_t для цього ж моменту; 3) кут повороту φ_1 , за якого повне прискорення утворює з радіусом колеса кут $\alpha = 45^\circ$.

3. Тіло масою $m = 2$ кг падає вертикально з прискоренням $a = 5 \text{ м/с}^2$. Визначити силу опору під час руху цього тіла.

4. Тіло, падаючи вільно з деякої висоти, у момент зіткнення з Землею має імпульс $p = 100 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ і кінетичну енергію $E_k = 500$ Дж. Визначити: 1) з якої висоти тіло падало; 2) масу тіла.

5. Визначити, у скільки разів зменшиться швидкість кулі, що рухається зі швидкістю v_1 , під час її зіткнення з нерухомою кулею, маса якої в n раз більша за масу кулі, що налітає. Удар вважати центральним, абсолютно пружним.

6. Куля масою $m = 10$ кг і радіусом $R = 20$ см обертається навколо осі, що проходить через її центр, за законом $\varphi = A + Bt^2 - Ct^3$, де $B = 4 \text{ рад/с}^2$; $C = -1 \text{ рад/с}^3$. Визначити закон зміни моменту сил, що діють на кулю.

Електрика і магнетизм

1. У вершинах правильного трикутника зі стороною $a = 10$ см розміщені заряди $Q_1 = 10$ мкКл, $Q_2 = 20$ мкКл і $Q_3 = 30$ мкКл. Визначити силу F , що діє на заряд Q_1 з боку двох інших зарядів.

2. Конденсатор електроємністю $C_1 = 0,6$ мкФ був заряджений до напруги $U_1 = 300$ В и з'єднаний з другим конденсатором електроємністю $C_2 = 0,4$ мкФ, зарядженим до напруги $U_2 = 150$ В. Визначити заряд ΔQ , що переходить з пластин першого конденсатора на другий.

3. Визначити густину струму j у залізному провіднику довжиною $l = 10$ м, якщо провідник знаходиться під напругою $U = 6$ В.

4. Сила струму в провіднику опором $R = 10$ Ом рівномірно убуває від $I_0 = 3$ А до $I = 0$ за 30 с. Визначити кількість теплоти Q , що виділилася за цей час у провіднику.

5. Довгий прямий соленоїд із дроту діаметром $d = 0,5$ мм намотаний на картонний каркас так, що витки щільно прилягають один до одного. Якою є магнітна індукція B усередині соленоїда при силі струму $I = 4$ А? Товщиною ізоляції нехтувати.

6. Плоский контур, площа S якого дорівнює 300 см^2 , розміщений в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,01 \text{ Тл}$. Площина контуру перпендикулярна до ліній індукції. У контурі підтримується незмінний струм силою $I = 10 \text{ А}$. Визначити роботу A зовнішніх сили по переміщенню контуру зі струмом в область простору, магнітне поле в якій відсутнє.

7. Електрон рухається в магнітному полі з індукцією $B = 0,02 \text{ Тл}$ по колу радіусом $R = 1 \text{ см}$. Визначити кінетичну енергію електрона (у джоулях і електрон-вольтах).

8. Якою є індукція однорідного магнітного поля, якщо під час видалення з нього кругового мідного провідника довжиною $l = 20 \text{ см}$ і поперечним перерізом $S = 1 \text{ мм}^2$ по ньому проходить заряд $Q = 1 \text{ мКл}$?

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює гармонічні коливання. Найбільше зміщення x_{\max} точки дорівнює 10 см , найбільша швидкість $v_{\max} = 20 \text{ см/с}$. Визначити циклічну частоту ω коливань.

2. Однорідний диск радіусом $R = 30 \text{ см}$ здійснює коливання навколо горизонтальної осі, що проходить через одну з твірних циліндричної поверхні диска. Визначити період T його коливань.

3. Плоска косинусоїдна звукова хвиля має період $T = 3 \text{ мс}$, амплітуду $\xi_0 = 0,2 \text{ мм}$ і довжину хвилі $\lambda = 1,2 \text{ м}$. Для точок середовища, віддалених від джерела коливань на відстань $x = 2 \text{ м}$, визначити зміщення $\xi(x, t)$ у момент часу $t = 7 \text{ мс}$ від початку коливань джерела.. Початкова фаза хвилі дорівнює нулю.

4. Ємність конденсатора коливального контуру $C = 1 \text{ мкФ}$, індуктивність його котушки $L = 10 \text{ мГн}$. Який активний опір R необхідно ввести в контур, щоб частота вільних коливань зменшилася на $0,01\%$?

5. Електромагнітні хвилі поширюються в однорідному середовищі зі швидкістю $2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. Яку довжину хвилі мають електромагнітні хвилі в цьому середовищі і в вакуумі, якщо їхня частота 1 МГц ?

Квантова і ядерна фізика

1. Потік енергії Φ_e , який випромінюється з віконця плавильної печі, дорівнює $45,4 \text{ Вт}$, площа отвору $S = 8 \text{ см}^2$. Вважаючи, що отвір печі випромінює як абсолютно чорне тіло, визначити температуру T печі.

2. Визначити максимальну швидкість v_{\max} фотоелектронів, що вилітають з металу при опромінюванні γ – фотонами з енергією $\varepsilon = 1,53 \text{ МеВ}$.

3. За час $t = 1$ доба активність ізотопу зменшилася від $A_1 = 118 \text{ ГБк}$ до $A_2 = 7,4 \text{ ГБк}$. Визначити період напіврозпаду $T_{1/2}$ цього нукліда.

4. Визначити енергію Q , що поглинається під час реакції ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^{17}_8\text{O}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 10

Механіка

1. Рух матеріальної точки задано рівнянням $\mathbf{r}(t) = A(\mathbf{i} \cos \omega t + \mathbf{j} \sin \omega t)$, де $A = 0,5$ м; $\omega = 5$ рад/с. Накреслити траєкторію точки. Визначити модуль швидкості $|v|$ і модуль нормального прискорення a_n .
2. Диск радіусом обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($B = 1$ рад/с, $C = 1$ рад/с², $D = 1$ рад/с³). Визначити для точок, які відстоять від осі обертання на 8 см, наприкінці третьої секунди після початку руху: 1) тангенціальне прискорення a_t ; 2) нормальне прискорення a_n ; 3) повне прискорення a .
3. Тіло масою $m = 2$ кг рухається прямолінійно за законом $s = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ ($C = 2$ м/с², $D = 0,4$ м/с³). Визначити силу, що діє на тіло наприкінці першої секунди руху.
4. Тіло масою $m_1 = 3$ кг рухається зі швидкістю $v_1 = 2$ м/с і вдаряється об нерухоме тіло такої ж маси. Вважаючи удар центральним і непружним, визначити кількість теплоти, що виділилась при ударі.
5. Обруч і суцільний циліндр масою $m = 2$ кг кожен, котяться без ковзання з однаковою швидкістю $v = 5$ м/с. Визначити кінетичні енергії цих тел.
6. Маховик обертається за законом, що виражається рівнянням $\varphi = A + Bt + Ct^2$, де $A = 2$ рад; $B = 32$ рад/с; $C = -4$ рад/с². Визначити середню потужність $\langle N \rangle$, що розвивається силами, які діють на маховик при його обертанні, до зупинки, якщо його момент інерції $J = 100$ кг·м².

Електрика і магнетизм

1. Визначити потенціальну енергію системи двох точкових зарядів $Q_1 = 100$ нКл і $Q_2 = 10$ нКл, які розміщені на відстані $r = 10$ см один від одного.
2. Яка різниця потенціалів U потрібна для того, щоб надати швидкості $v = 30$ Мм/с: 1) електронів; 2) протонів? Обидві частинки перебувають у стані спокою. Маса електрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, маса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.
3. Сила струму в провіднику опором $R = 100$ Ом рівномірно зростає від $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 10$ А протягом часу $t = 10$ с. Яка кількість теплоти Q виділяється в цьому провіднику за цей проміжок часу?
4. Обмотка електричного кип'ятильника має дві секції. Якщо включена тільки перша секція, то вода закипає через $t_1 = 16$ хв, якщо тільки друга, то через $t_2 = 30$ хв. Через скільки хвилин закипить вода, якщо обидві секції ввімкнути: 1) послідовно; 2) паралельно?
5. По двом нескінченно довгим прямим паралельним провідникам, розміщеним на відстані $d = 15$ см один від одного, у протилежних напрямках проходять струми $I_1 = 70$ А і $I_2 = 50$ А. Визначити магнітну індукцію B в точці, що відстоїть на $r_1 = 20$ см від першого провідника і на $r_2 = 30$ см від другого.
6. Яка потужність необхідна для того, щоб провідник довжиною $l = 40$ см переміщати зі швидкістю $v = 5$ м/с перпендикулярно магнітному полю індукцією $B = 10$ мТл, якщо по провіднику проходить струм $I = 20$ А?
7. Заряджена частинка влетіла перпендикулярно лініям індукції в однорідне магнітне поле, створене в середовищі. У результаті взаємодії з речовиною частинка, знаходячись у полі, втратила половину своєї первісної енергії. У скільки разів будуть відрізняться радіуси кривизни R траєкторії початку і кінця шляху?

8. В однорідному магнітному полі рівномірно обертається прямокутна рамка з частотою $n = 600$ хв⁻¹. Амплітуда індукованої в рамці ЕРС $\xi_0 = 3$ В. Визначити максимальний магнітний потік через рамку.

Коливання і хвилі

1. Вантаж масою $m = 0,1$ кг, що підвішений на спіральній пружині, розтягує її на $\Delta x = 0,1$ мм. Яку амплітуду A будуть мати коливання вантажу, якщо повна механічна енергія $E = 1$ Дж?

2. Однорідний диск радіусом $R = 30$ см здійснює коливання навколо горизонтальної осі, що проходить через середину одного з радіусів перпендикулярно до площини диска. Визначити період T його коливань.

3. Вантаж, маса якого $m = 0,1$ кг, підвішений на вертикальній пружині жорсткістю $k = 10$ Н/м. Сила опору руху пропорційна швидкості, коефіцієнт пропорційності $r = 0,87$ кг/с. Вантаж відхилили на $x_{\max} = 2$ см від положення рівноваги і відпустили без поштовху. Записати закон руху вантажу.

4. Поперечна хвиля поширюється вздовж пружного шнура зі швидкістю $v = 10$ м/с. Амплітуда коливань точок шнура $A = 5$ см, період коливань $T = 1$ с. В початковий момент часу кінець шнура, що є джерелом біжучої хвилі, перебував у положенні максимального відхилення від положення рівноваги. Записати рівняння пружної хвилі і визначити: 1) довжину хвилі, 2) фазу коливань, зміщення, швидкість і прискорення точки, що відстоїть на 9 м від джерела коливань у момент часу $t_1 = 2,5$ с від початку коливань джерела..

5. Ємність конденсатора коливального контура $C = 39,5$ мкФ, індуктивність його котушки $L = 100$ мГн. У початковий момент часу заряд на обкладках конденсатора $q_0 = 3$ мкКл. Нехтуючи опором контуру, записати рівняння 1) зміни сили струму в контурі в залежності від часу, 2) зміни напруги на конденсаторі в залежності від часу.

Квантова і ядерна фізика

1. Визначити затримуючу напругу U для електронів, які вириваються при опроміненні калію світлом з довжиною хвилі $\lambda = 330$ нм.

2. Знайти кінетичну W_k , потенціальну W_p і повну енергію W електрона на першій борівській орбіті в атомі водню.

3. Визначити сталу розпаду λ радону, якщо відомо, що кількість ядер радону зменшується за час $t = 1$ доба на 18,2%.

4. Визначити енергію Q , що виділяється під час реакції: ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць